

(partial translation of JP61-24321A)

(11) Laid-Open Patent Publication No.: Sho-61-24321(1986)

(43) Laid-Open Date: February 3, 1986

(21) Patent Application No.: Sho-60-117634(1985)

(22) Filing Date: May 30, 1985

Priority Data

(31) No.: 615193

(32) Date: May 30, 1984

(33) Country: U.S.A.

(54) Title of the Invention:

An apparatus for reducing electromagnetic radiation
from a digital device

Claims : 1. An apparatus for reducing electromagnetic radiation from a digital device comprising a bus voltage generating means and clock signal generating means, said apparatus comprising:

means for modulating an output from said bus voltage generating means or said clock signal generating means.

2. The apparatus as set forth in claim 1, further comprising:

compensation means for comparing said output with a reference signal to compensate a long-term drift of said output.

⑫ 公開特許公報 (A) 昭61-24321

⑬ Int.Cl.
H 03 K 3/84識別記号 庁内整理番号
8425-5J

⑭ 公開 昭和61年(1986)2月3日

審査請求 有 発明の数 1 (全 6 頁)

⑮ 発明の名称 デジタル機器の放射低減装置

⑯ 特願 昭60-117634

⑰ 出願 昭60(1985)5月30日

優先権主張 ⑱ 1984年5月30日⑲ 米国(US)⑳ 615193

㉑ 発明者 リチャード・エフ・クリール アメリカ合衆国 オレゴン州 97062 ツアラテイン サウスウェスト ワスコ・ウェイ 10055

㉒ 出願人 テクトロニックス・インコーポレイテッド アメリカ合衆国 オレゴン州 97077 ビーバートン ピー・オー・ボックス 500 サウスウェスト グリフィス・ドライブ 4900

㉓ 代理人 弁理士 伊藤 貞 外1名

明細書

発明の名称 アジタル機器の放射低減装置

特許請求の範囲

1. パス電圧発生手段及びクロック信号発生手段を有するデジタル機器において、上記パス電圧発生手段または上記クロック信号発生手段の出力を変調する変調手段を設けたことを特徴とするデジタル機器の放射低減装置。
2. 上記変調手段は上記パス電圧発生手段または上記クロック信号発生手段の出力を基準信号と比較して上記出力の長期ドリフトを補正する補正手段を有することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のデジタル機器の放射低減装置。

発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、デジタル機器から発生するRFI (Radio Frequency Interference) 及びEMI (Electro-Magnetic Interference) の低減装置に関し、特にデジタル機器を駆動するマスタークロックの周波数スペクトラムを拡張して帯域幅を増加させるこ

とにより、放射される信号の大きさを減少させる技術に関する。

〔従来技術とその問題点〕

デジタル技術進歩に伴ない、デジタル装置の種類の信号線上のデジタル信号の相互のタイミングに、一層の厳格さが要求されるようになつてきた。これらの潜在的問題を解決するために、より高精度に制御される水晶発振器がクロック信号発生手段として開発され、装置内の種々の信号の変化タイミングがより厳密に統合されるようになつた。また、このことにより環境温度の変化や電源電圧変動に関らず、正確な等時間間隔を有する特定のプログラム・ループが信頼できるものであれば、実時間計算が容易になつた。要するに、より正確な水晶制御発振器によつて多くの問題が非常に単純化されたが、大部分の用途において、高度に正確な水晶制御発振器は必須のものではない。これらの用途では、例えば1000サイクルに亘る長時間安定性を有するクロックであれば装置の動作に悪影響を与えることなくタイミング制御するに充

分正確であるといえる。

より正確なタイミング発振器を使用する場合の欠点は、デジタル装置から発生するRFI及びEMIのレベルが増大することである。この発生を放置しておくと、無線通信のみならず他の装置の動作にも妨害を与える。このため、EMI及びRFI放射に対して国の規制が設けられている。この不都合なEMI、RFI放射は、駆動発振器の周波数が高精度に制御された結果、すべてのトランジション・エネルギーが非常に狭い帯域幅に抑込まれることにより生じる。更に、発振器の周波数が正確であるほど、装置内の信号変化の同期の程度が高まり、各部品の信号変化による放射と密接に同時に他の部品による放射が重なり、その結果デジタル装置全体が大きな1つのアンテナと化してしまう。

これまで、発振器は高精度になる一方であり、このことはそれによつて制御されるデジタル装置からのRFI、EMI放射を一層悪化させた。不都合な放射を許容できるレベルまで抑制するには、従来、デジタル装置をマスク、即ち遮蔽する多くの

手法が試みられた。例えば、1層を接地面プレーンとした高価な多層プリント回路基板、2分割したハウジングがすべての部分でぴったり結合する高価な導板を施した金属ハウジング、プラスチック表面板またはハウジングの内側に塗装した金属、更に多数のクリップ、ストラップ等が用いられた。しかし、これらのすべての遮蔽手法をもつても、特に発振器周波数の高調波、分周波についてデジタル装置から不都合なレベルのRFI、EMIが発生する。

したがつて、本発明は従来の高価な遮蔽手法を用いることなくRFI及びEMIが低減できるデジタル機器のRFI及びEMI低減装置を提供するものである。

[問題点を解決するための手段]

本発明デジタル機器の放射低減装置は第1図に示す如く、バス電圧発生手段及びクロック信号発生手段を有するデジタル機器において、このバス電圧発生手段またはクロック信号発生手段の出力を変調する変調手段を設けたものである。

また本発明は上述デジタル機器の放射低減装置の変調手段とはこのバス電圧発生手段またはこのクロック信号発生手段の出力を基準信号と比較してこの出力の長期ドリフトを補正する補正手段^{10、18、20、22、24、26}を有するものである。

[作用]

本発明では、デジタル装置のマスタークロックが制御され且つ統計的に予測される方法で変調される。このようなマスタークロック、即ち発振器をデジタル装置に用いることにより、上述の高価なマスク及び遮蔽手法の必要性は大きく低減または除去される。本発明はこのようなクロックを提供する。

本発明は、デジタル装置から放射される電磁エネルギーを分散させて装置からのEMI及びRFI発生を最小にするものである。システムクロックの振幅または周期、あるいはバス電圧の振幅を限られた範囲内で変調する種々の実施例を開示している。ここでは、周波数変調、位相変調、振幅変調及びパルス変調技術の使用について説明していく

る。周波数変調の一例として帯域制限された信号により変調されるVCO(電圧制御発振器)を有し、従来デジタル装置に用いられた高精度の水晶制御発振器よりも広いスペクトラム特性を有するシステムクロックを発生するものがある。更に、VCOの時間についての周波数ドリフトを補償する遅延可能な帰還ステージを開示している。この帰還ステージは、変調されないVCOと略等しい周波数で動作する高精度水晶制御発振器を有する。この信号はVCOの変調出力信号と比較され補償信号が発生する。補償信号は、着積誤差を補正するために変調信号と結合され、これにより変調されたクロック信号の長期ドリフトを減少させる。

クロック信号を振幅変調する実施例では、VCOに代り増幅器が用いられ、出力を乘算器に供給する他の発振器が設けられる。他の点において、この実施例は、帰還ステージを除いて上述の例と同様に動作する。

パルス幅変調の実施例では、上述の第1実施例のVCO及び加算器がパルス幅変調器及び発振器に

代わる。この発振器は、そのパルスの後縁の駆動格擇点を変調信号発生器からの信号によって決められる。

バス電圧変調の実施例では、帯域制御された信号によつて変調される電圧制御増幅器を有する。更に、電圧制御増幅器の時間による電圧ドリフトを補償するために帰還ステージが選択的に含まれる。この帰還ステージは、変調されたバス電圧の長時間平均を発生する積分器と、比較器とを有する。比較器は、電力が供給される装置のコンポーネントの特定のバス電圧に等しく選定された固定基準電圧と、平均バス電圧とを比較し、補償信号を発生する。この補償信号は変調信号と合成されて蓄積誤差を補正し、変調されたバス電圧の長期ドリフトを最小にする。

[実施例]

第1図は、本発明の一実施例のプロック図である。デジタル装置のためのマスタークロック信号(V_c)は、通常の水晶制御発振器の周波数スペクトラムに比べて広いスペクトラムをもつて発生さ

れ、マスタークロック信号が駆動するデジタル装置から発生する放射を最少限に抑える。

第1図は2つのステージ、即ち、マスタークロック・ステージ(1)及び帰還ステージ(2)を含む。マスタークロック・ステージ(1)は、加算器Q1を介して変調信号発生器Q4により駆動されるVCO Q1(例えば74LS124)を有する。加算器Q2は帰還ステージ(2)が用いられない場合は不要である。

出力信号 V_c がデジタル装置の最適動作周波数の付近に帯域制限されるとが望ましいので、変調信号発生器Q4はそのために帯域制限された信号を発生する。この信号は例えば、任意の周期的波形(周期的)、擬似ランダムノイズ及び帯域制限されたランダムノイズでよい。変調信号 V_m が変化すると、これによつてVCOは周波数変調され、 V_c の周波数が変化する。 V_m が傾斜波信号であれば、VCO出力の周波数は、その帯域内で掃引周波数発生器と同様に最低の周波数から最高の周波数まで直線的に掃引し、リセットし、この動作を繰返す。 V_m が正弦波であれば数学的処理が簡略化されるが、

最大効率を得るために、 V_m は帯域制限されたランダムノイズ信号であるのがよい。典型的な帯域制限擬似ランダムノイズ発生器としてはナショナル・セミコンダクタ社製MM5837がある。

デジタル装置が帯域制限されたクロック信号 V_c によつて正常に動作するのを保証するためには、 V_c はそのパルス幅が非常に狭いものであつてはならない。そのためには、変調信号 V_m は制限された電圧範囲を有するべきである。

第1図の技術の動作は、正確な発振器によつて作動すると典型的な放電問題を引き起こすデジタル装置について試験された。中心周波数 $F_0 = 7.333$ MHzのVCOを、VCO出力が 6.666 MHz 及び 8.000 MHz 間で掃引するよう振幅が調整された周波数 $F_m = 1.613$ KHz の傾斜波信号で変調したところ、デジタル装置からのすべての放電(F_0 及び、この高調波、分周波のすべてを含む)は、高価なマスク、遮蔽及び接地技術を用いることなく充分許容できる範囲に収まつた。

選択可能な帰還ステージ(2)がなければ、帯域制

限されたクロックの動作は長時間でのドリフトを起こす可能性がある。この問題を解決するためには帰還ステージ(2)は、水晶制御発振器Q1、1対のカウンタQ8、Q9、比較器Q4及びデジタル・アナログ変換器(DAC)Q2を有する。発振器Q1は、 V_c の中心周波数 F_0 に一致するよう選定された出力周波数を有する高精度発振器である。両カウンタQ8、Q9は等しい最大カウント容量(例えば1024)を有する自走カウンタである。両者は同時にスタートし、カウンタQ8は発振器Q1の出力信号パルスを計数し、カウンタQ9は V_c 信号パルスを計数する。カウンタQ8、Q9の出力計数値は連続的に比較器Q4に供給され、比較器Q4は、両計数値が一致しなければ誤差信号 V_e を発生する。この誤差信号 V_e はDACQ2を介して加算器Q1に供給され、ここで補正された変調信号 V_b が発生する。 V_b は次のように表わされる。

$$V_b = V_m \pm V_e \quad (1)$$

式(1)において、 V_e は、 V_c の F_0 が発振器の動作周波数より高いあるいは低いに応じて V_m に加

算され、または V_m から計算される。周波数変調及び位相変調の数学的類似性のため、第1図で表わされた手法はいずれであるとも考え得る。

発振器⑩の出力周波数は、 F_0 の代りに F_0 の固定倍、例えば kF_0 の中心周波数をもつよう選択し得る。このような装置では、カウンタ⑧、⑨、または比較器⑩の利得が、発振器⑩及び VCO⑪ の中心周波数のオフセットを補償するように調整される。例えば、 k が $1/16$ であれば、カウンタ⑧はカウンタ⑨よりリップル・フロップのステージを4個少なくすることにより、 V_c をそれ自身の周波数の16倍の周波数を有する信号にロットクさせ、放射のスペクトラムを一層分散させることができる。この手法は、本発明の望まれる結果が電磁放射を低減することであるから、特に注目される。

この選択可能な帰還ステージ(2)を付加することにより、マスタークロック・ステージ(1)で除去した高精度発振器⑩を再び採用することになる。全体の構成の中で、発振器⑩はなお放射を行うが、この回路の他の部分でこの発振器に同期している

のはカウンタ⑧のみである。従つて、このユニットの約2平方インチ (12.9 cm^2) の回路基板面積のみが放射することになる。これが通常のデジタル装置の回路に占める割合は非常に小さいので、これから放射レベルは總放射仕様内に充分収まる。必要ならば、発振器⑩及びカウンタ⑧に隣接した領域に小規模の遮蔽を施してもよい。このために複雑かつ高価なマスク、遮蔽、接地技術は不要である。

更に、振幅変調されたクロック信号を用いても、デジタル装置から放射される信号の周波数スペクトラムは拡大される。これはクロックパルスの振幅の変化に応じて信号の変移時点が変化するためである。このためには、第1図の VCO⑪ 及び加算器⑫を第1B図の如く夫々増幅器⑬及び乗算器⑭に置き換えて、乗算器⑭へ出力信号を供給する発振器⑩を付加すればよい。発振器⑩の出力周波数はシステムクロックに対して所望の中心周波数となるよう選定される。この実施例では帰還ステージ(2)は不要である。

システムクロック信号を変調する他の手法は、パルスの幅が周期的あるいはランダムに変化するパルス幅変調(PWM)を用いることである。このような装置においては、各パルスの前縁はある選択された速度で発生し、その後縁のタイミングは周期的またはランダムに決定される。第1A図は、PWM手法を用いたマスタークロック・ステージ(1)のプロット図である。この実施例は、PWM出力信号 V_c を発生するパルス幅変調器⑩(例えばNE555)を有する。 V_c クロックパルスの前縁は発振器⑩からの信号の周波数によって制御され、その後縁は、変調信号発生器⑪からの変調信号 V_m により制御される。この実施例では、帰還ステージ(2)は不要である。

要するに、第1図の実施例では、信号 V_c の周波数の長期ドリフトは、カウンタ⑧、⑨のカウント長により決まる絶対値を超えないように制限される。よつて、測定期間が増加すれば、水晶制御発振器⑩に対する长期パーセンテージ・ドリフトは0に近づく。第1A図及び1B図の実施例は帰還本

ツトワーカーを付加して長期ドリフトを補正する必要がないという利点を有するが、第1図の実施例ほどにはEMI及びRFI放射を分散させるのに効果的ではない。

次に、第1図のプロット図と類似した第2図を参照する。第1図と同一のプロットは同じ参照信号を有する。第2図の装置は、選択された周期的またはランダムな信号により限定された電圧範囲内で変化するバス電圧 V_{cc} を発生する。

第2図の実施例は、2つのステージ、即ちマスターバス電圧ステージ(3)及び帰還ステージ(4)を有する。マスターバス電圧ステージ(3)は、加算器⑫を介して変調信号発生器⑪により駆動される電圧制御増幅器(VCA)⑩を有する。但し、帰還ステージ(4)を用いない場合、加算器⑫は不要である。この実施例は、装置を駆動する特定のバス電圧付近を所定量変動するバス電圧信号 V_{cc} を発生する。電源駆動コンポーネントの規格バス電圧の最小許容誤差(殆んどの半導体部品では±5%)内で V_{cc} を変調することにより、そのコンポーネント

から放射される信号の周波数スペクトラムは対応するパーセンテージだけ拡張する。これはクロック信号の振幅変調の場合と同様の理由による。

長期ドリフト及び他の誤差を補正するためには、帰還ステージ(4)が設けられる。帰還ステージ(4)はアナログ比較器(30)、固定電圧 V_{REF} のための安定電圧源及び積分器(28)を有する。 V_{REF} は、電源駆動コンポーネントの特定のバス電圧に等しい固定電圧である。信号 V_{REF} と、積分器(28)からの V_{cc} の平均値とは、比較器(30)に供給され、比較器(30)は、 V_{REF} 及び平均 V_{cc} 間に差があれば誤差電圧 V_e を発生する。 V_{REF} が上記特定のバス電圧の分散または倍数の場合には、比較器(30)はそれに応じて適切な誤差電圧を発生するように調整する必要がある。

以上、本発明の好適実施例について説明したが、本発明の要旨を逸脱することなく種々の変形・変更が可能であることは当業者には容易に理解されよう。

〔発明の効果〕

本発明によれば、バス電圧またはクロック信号

を変調するようにしたので従来の高価な遮蔽手法を用いることなく簡単な回路構成でデジタル装置のRFI及びEMIを低減することができる。

図面の簡単な説明

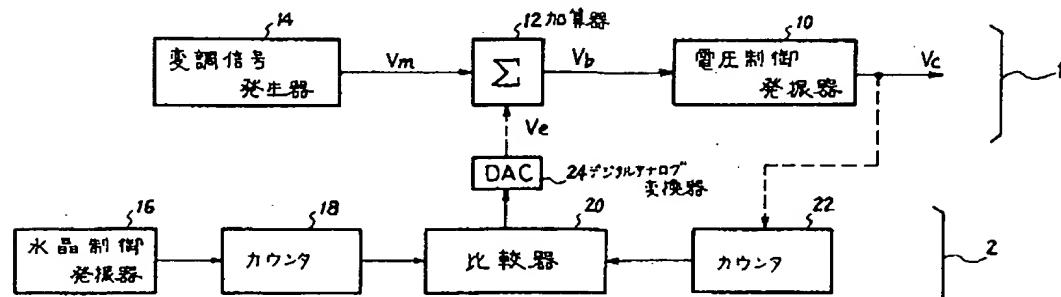
第1図は、クロック信号の周波数を中心周波数の上下に限定量だけ変化させる本発明の第1実施例のプロック図、第1A図はクロック信号のパルス幅を限定範囲内で変化させる本発明の第2実施例のプロック図、第1B図は、クロック信号を限定範囲内で振幅変調する本発明の第3実施例のプロック図、第2図はシステムバス電圧を限定量だけ振幅変調する本発明の第4実施例のプロック図である。

図中、10はVCO、14は変調信号発生器、16は電圧制御増幅器、20はパルス幅変調器、22はカウンタ、24はデジタルアナログ変換器、26は増幅器、28は発振器、30は乗算器を示す。

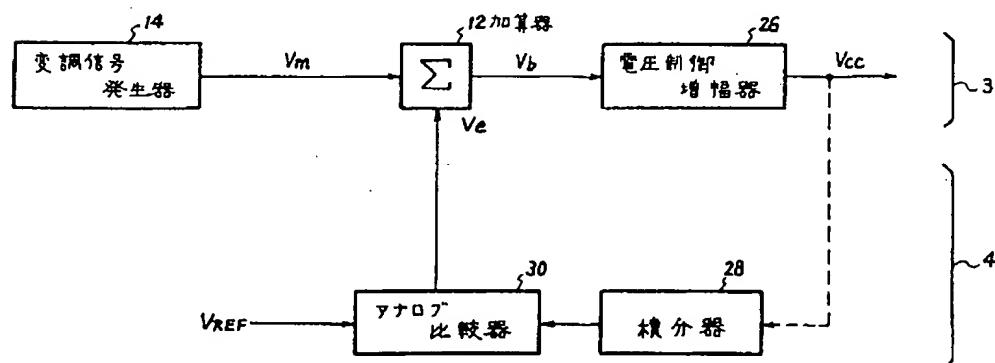
代理人 伊藤 貞

同 松隈秀盛

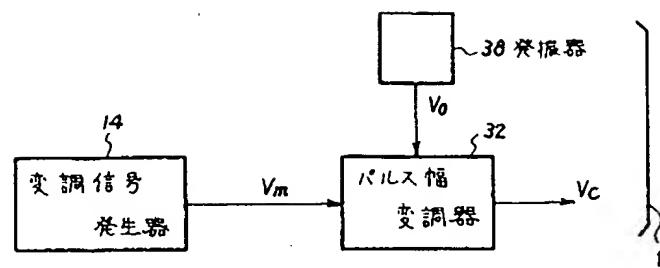
BEST AVAILABLE COPY



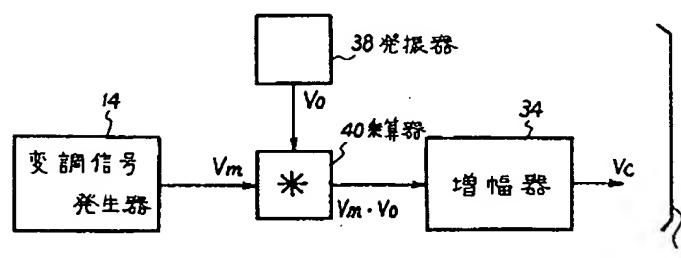
第1図



第2図



第1A図



第1B図